35

ÜBER

METHODISCHE ELECTRISIRUNG

GELÄHMTER

MUSKELN.

VON

DR. REMAK,

PRACT. ARZT UND DOCENT AN DER UNIVERSITAET.

BERLIN,

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD,

69. Unter den Linden, Ecke der Schadow-Strasse.

Herrn

CLAUDE BERNARD,

dem

geistvollen und erfinderischen Experimentator

im

Gebiete der Physiologie und Pathologie.

Die folgenden Blätter geben den Inhalt einiger Vorträge wieder, welche einen Bestandtheil meiner während dieses Sommers über experimentelle Pathologie gehaltenen Vorlesungen bildeten und durch Versuche erläutert wurden.

Ich hoffe alsbald in den Stand gesetzt zu sein, die Ergebnisse meiner ferneren Beobachtungen der Öffentlichkeit zu übergeben.

Berlin, den 8. August 1855.

Remak.

Duchenne de Boulogne hat das unbestrittene Verdienst, bei der Behandlung gelähmter Muskeln mittelst inducirter electrischer Ströme die Erregung vereinzelter Muskeln und Muskelgruppen in die medicinische Praxis eingeführt zu haben. Allein die Vorschriften, welche er in seinem umfangreichen, vor Kurzem erschienenen Werke über die diesem Zwecke entsprechende Methode der Anwendung giebt *(de l'électrisation localisée, Paris* 1855, *p.* 42—58*)*, scheinen weit entfernt davon, genügend und aufklärend zu sein.

Duchenne unterscheidet (*pag.* 44) eine mittelbare Electrisirung der Muskeln, d. h. ihrer Nervenstämme, und eine unmittelbare, durch Erregung der einzelnen Muskeln oder ihrer Bündel. In allen Fällen sollen die Stromgeber so nahe als möglich neben einander aufgesetzt werden, im Uebrigen jedoch soll eine jede der beiden Arten der Electrisirung ein besonderes Verfahren erfordern. Er erwähnt demnächst einige motorische Nervenstämme, welche nahe genug der Oberfläche des Körpers liegen, um in den Strom gebracht zu werden und beschreibt dann (*pag.* 47) die sog. directe Faradisirung der Muskeln (*faradisation musculaire directe*). Sie soll darin bestehen, jeden Muskel oder jedes Muskelbündel einzeln sich zusammenziehen zu lassen, indem man die feuchten Erreger auf die Punkte der Haut setze, „welche ihrer Oberfläche entsprechen.“ Nichts sei leichter als diese

Art der Faradisirung, besonders in den oberflächlichen Gegenden des Stammes und der Glieder, wenn man gewisse anatomische Kenntnisse besitze: für die tieferen Muskeln sei sie schwieriger, obgleich die Mehrzahl unter der Haut einen Punkt ihres Muskelgewebes darbiete, durch welchen sie der directen Erregung zugänglich werden. Zu diesem Zwecke müsse man Myologie studiren. Man soll immer die Erreger im Niveau der Fleischmasse (*au niveau de la masse charnue des muscles*) und niemals auf die Sehnen setzen. Um einen Muskel vollständig zu faradisiren, wäre es streng genommen nöthig, dass die Erreger seine ganze Fläche bedecken. Je dicker ein Muskel sei, um so stärker müsse der Strom sein. „Da die feuchten Erreger", heisst es dort wörtlich, „nur die äussere Fläche der Muskeln berühren und die Nervenfäden zu den Muskeln der oberflächlichen Gegenden nur durch die untere Fläche gelangen, so ist man sicher, dass die Muskelzusammenziehungen nicht durch Vermittelung der Nervenfäden stattfinden." Im Gesichte soll die Faradisirung einzelner Muskeln wegen der zahlreichen Nervenfäden sehr schwer sein; doch könne man es dahin bringen, die letzteren zu vermeiden, wenn man die Erreger in der Richtung der Muskelfasern allmälig verschiebe.

Diese Zusammenstellung der Duchenne'schen Angaben zeigt wohl zur Genüge, dass seinen Rathschlägen und seiner Methode der Electrisirung von Muskeln die Voraussetzung zu Grunde liegt, man könne in den Muskeln ohne Dazwischenkunft ihrer Nerven Zusammenziehung hervorrufen. Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, wie wenig die physiologischen Erfahrungen eine solche Voraussetzung (die sog. Hallersche Irritabilitätslehre) rechtfertigen. Inzwischen könnte man diese alte schwierige Frage auf sich beruhen lassen, wenn nur bei Befolgung der Duchenne'schen Rathschläge eine vollständige Verkürzung der Muskeln erzielt

werden könnte. Dies muss jedoch schon zufolge Duchenne's eigenem Geständnisse bezweifelt, ja es muss sogar angenommen werden, dass er selbst die von ihm gegebenen Regeln gar nicht oder nicht ausschliesslich befolgt, vielmehr nach ganz anderen Normen verfährt. Am Schlusse des angeführten Abschnittes sagt er nämlich (*pag.* 58), man solle sich nicht einbilden, dass es hinreiche, die von ihm gegebenen Vorschriften zu kennen und Anatom zu sein, um Zusammenziehung in den einzelnen Muskeln und Muskelbündeln zu bewirken; es gebe vielmehr noch eine Menge anderer Einzelheiten (*une foule d'autres détails*), in welche man eingeweiht (*initié*) sein müsse und in welche er nicht eingehen könne, ohne die Grenzen zu überschreiten, die er sich stecken müsse (*sans sortir des limites que je dois m'imposer*). So gebe es z. B. für jeden Muskel einen anatomischen Punkt, auf welchen die Erreger (*les excitateurs*) gesetzt werden müssen, um eine vollständige Zusammenziehung zu erzielen. Auch sei es oft nöthig, die Glieder behufs der Electrisirung von Muskeln in eine besondere Lage zu bringen. Zur Erläuterung aller dieser Einzelheiten seien aber Tafeln nöthig, die er anfertigen wolle, sobald er seine electrisch-physiologischen Untersuchungen beendet haben werde!.....

An einer anderen Stelle (*pag.* 58) bespricht Duchenne zwar einige Erscheinungen, welche offenbar hierher gehören, indem er nämlich die Leichtigkeit erwähnt, mit welcher man den M. sternocleidomastoideus und den M. cucullaris zu Verkürzung bringen könne, wenn man den Strom auf die Eintrittsstelle der Nerven wirken lasse; allein er ist weit entfernt davon, diese Wahrnehmungen, welche er als hervorragende Beispiele der *„excitabilité de la motricité des nerfs et de la contractilité des muscles“* aufführt, mit der methodischen Auffindung der wichtigen Punkte in Verbindung zu bringen. Auch sagt er hier nicht eine Silbe über Verschiedenheiten in

der „*contractilité des muscles*“, sondern behauptet sonderbarer Weise, die Bekanntschaft mit diesen Abweichungen seien weniger wichtig, als mit der sogenannten „*excitabilité de la sensibilité des muscles*“, auf welche ich weiter unten zurückkomme. *)

Wer die Fertigkeit und Sicherheit gesehen hat **), mit

*) In der Schrift von Dr. Moritz Meyer (die Electricität in ihrer Anwendung auf practische Medicin, Berlin 1854), welche vor dem Duchenneschen Werke erschienen und die in früheren Aufsätzen Duchenne's enthaltenen Regeln der Anwendung im Auszuge wiedergiebt, heisst es (S. 71): „Behufs electrischer Erregung der motorischen Nerven oder Muskeln legt man feuchte Excitatoren an diejenigen Punkte der Haut, welche möglichst unmittelbar über denselben liegen“, ferner (S. 72): „Was die directe Faradisation der „Muskeln anbetrifft, so sind die oberflächlich gelegenen Muskeln des „Stammes und der Extremitäten durch das angegebene Verfahren leicht „zu Contractionen zu veranlassen und auch manche der tiefer gelege„nen bieten in der Nähe ihres Ursprunges oder Ansatzes wenigstens „einen Punkt dar, an dem sie der directen Einwirkung des electrischen „Stroms zugänglich sind. Ist dies nicht der Fall, so muss man einen „intensiveren Strom anwenden oder zur indirecten Faradisation seine „Zuflucht nehmen, die im Allgemeinen weniger wirksam als die directe, „in diesem Falle den Vorzug verdient.“ Es wird nicht gesagt, ob die Excitatoren in der Richtung der Muskelfasern aufgesetzt werden sollen; allein es scheint dies wohl selbstverständlich, sofern eine directe Erregung ohne Betheiligung der Nerven bezweckt wird.

**) Im September 1852 war ich mit Herrn Prof. Jaksch aus Prag Zeuge einer solchen eindrucksvollen Vorstellung. Ich sah die Mm. cucullaris, deltoideus, biceps, pectoralis und andere in tetanische Verkürzung gerathen, und Kopf, Schulter oder Oberarm in Bewegung setzen. Die mündliche Erläuterung bezog sich blos auf die physiologische Wirkung der Muskeln und berührte mit keiner Silbe die Methode der Electrisirung. Nach meiner Rückkehr aus Paris erwähnte ich in der Gesellschaft für wissenschaftliche Medicin diese Erlebnisse und ermunterte zur Anwendung der Duchenne'schen Electrisirung nicht blos bei Lähmungen, sondern auch zu orthopädischen Zwecken als eines gymnastischen Hülfsmittels.

welcher Duchenne die grössten Muskeln zur Verkürzung bringt, könnte ihn beinahe der Absicht beschuldigen, irgend ein Geheimniss für sich bewahren zu wollen. Allein mehrere physiologische Auseinandersetzungen, die sich in seinem Werke finden, lassen mit gleichem Rechte vermuthen, dass er über die Bedingungen der erzielten Wirkungen in der That noch nicht zu klarer Einsicht gelangt ist und dass er die Bekanntschaft mit den erwähnten Punkten vielleicht mehr dem Zufall oder dem Probiren, als einer bestimmten Methode verdankt.

Die Vorträge über experimentelle Pathologie, welche ich in dem abgelaufenen Sommer-Semester gehalten habe, gaben mir Veranlassung, die Duchenne'schen für die Praxis und Wissenschaft gleich wichtigen Angaben einer Prüfung zu unterwerfen. Ich glaube nunmehr, nach zahlreichen Versuchen in der Lage zu sein, über die Duchenne'schen Muskelpunkte Aufklärungen geben zu können, durch welche einem jeden Arzte die methodische Anwendung indueirter Ströme behufs Heilung von Lähmungen ermöglicht oder doch erleichtert wird.

Nicht alle Menschen eignen sich in gleichem Maasse zu den ersten Versuchen, von denen ich kaum zu bemerken nöthig habe, dass sie bei einiger Vorsicht ohne die geringste Gefahr angestellt werden können. Die Erregbarkeit der Muskeln oder vielmehr Muskelnerven bei Anwendung indueirter Ströme zeigt in der That nicht blos ganz unglaubliche Verschiedenheiten bei verschiedenen Menschen, sondern kann auch bei demselben Menschen von einem Tage zum anderen, ja sogar vom Morgen bis zum Abend, wechseln. Im Allgemeinen dürften junge Männer mit entwickelten kräftigen Muskeln zu wählen und jedenfalls Menschen mit abgemagerten Muskeln und schlaffer Haut zu vermeiden sein.

Es giebt Fälle, in welchen selbst planloses Aufsetzen

feuchter Stromgeber auf die Muskeln, bei einer für die sensiblen Nerven erträglichen Stromstärke, eine leidliche Verkürzung des ganzen Muskels oder der oberflächlichen Fasern hervorruft. Dieser Erfolg tritt um so leichter ein, je dünner und magerer die bedeckende Haut und je dünner und nervenreicher die Muskeln, z. B. beim M. pectoralis major. Hier kann man in der That gewöhnlich einen oder mehrere Bündel nach Belieben spielen lassen und solche Erscheinungen sind es, auf welche auch Duchenne hinweist und welche geeignet sind, den Glauben an eine directe Einwirkung auf die Muskelfasern zu erwecken.

Allein bei dickbäuchigen Muskeln, z. B. dem M. biceps brachii, erhält man mit schwächeren Strömen gar keine Wirkung, wenn man die Stromgeber an die Enden der Muskelfasern setzt, oder wellenförmiges Wogen der Muskelfasern unter der Haut, keinenfalls aber vollständige tetanische Verkürzung oder gar Beugung des Vorderarmes. Man setze aber, ohne den Strom zu verstärken, einen Stromgeber ungefähr in die Mitte des M. biceps und suche mit dem anderen den Punkt, wo der N. perforans Casserii (N. musculo-cutaneus) hinter den Muskel tritt, was bekanntlich im Bereiche des oberen Viertels des inneren Randes des Muskels geschieht. Es kann nun vorkommen, dass man statt der erwarteten Beugung des Vorderarmes Wirkungen auf den M. pronator teres oder gar auf die Flexoren der Finger erhält. Dann weiss man, dass der Strom den N. medianus getroffen. Oder man erhält sogar eine Wirkung auf den M. triceps, wenn der Strom den N. radialis berührt. In beiden Fällen muss man den Stromgeber mehr nach vorn und oben verschieben und wird dann den Punkt finden, von welchem aus eine schmerzlose Beugung des Vorderarmes erzielt wird, falls nicht zufällig ein Hautnervenast in den Strom gerathen.

Nun mache man den ähnlichen Versuch, z. B. am M. cucullaris. Man setze die Stromgeber an das Hinterhauptsende

des Muskels und an die Spina scapulae, also nach dem Laufe der Muskelfasern: man erhält keine nennenswerthe Wirkung auf den Muskel, wohl aber lebhafte Schmerzen am Hinterkopfe, wenn man einen N. occipitalis getroffen. Nun lasse man den einen Stromgeber auf seinem Platze und suche mit dem anderen an dem vorderen Halsrande des Muskels den Punkt, wo der Ramus externus des N. accessorius Willisii unter den M. cucullaris tritt. Man erhält dann sofort schmerzlose Beugung des Kopfes nach hinten und aussen oder Erhebung der Schulter, je nachdem man am Hinterhaupte oder an der Schulter den anderen Stromgeber belassen hat.

Nun wähle man sich z. B. den M. sternocleidomastoideus zum Versuch. Man setze die Stromgeber an die Enden des Muskels: man erhält kein Kopfnicken und bei Verstärkung des Stromes vielleicht eine schwache Verkürzung, aber zugleich auch heftige Schmerzen im Bereiche des N. auricularis magnus, dessen Aeste man alsdann belästigt. Man bringe aber den einen Stromgeber etwa auf die Mitte des Muskels und suche mit dem anderen, wie auch Duchenne angiebt, am äusseren Rande den Punkt, wo der Ramus externus des N. accessorius Willisii unter den Muskel tritt. Sofort zeigt sich heftiges schmerzloses Kopfnicken, vielleicht mit Nebenwirkung auf die von der Ansa N. hypoglossi versorgten Muskeln des Zungenbeins, wenn man diese Nervenschlinge getroffen, was man jedoch bald vermeiden kann.

Es giebt Menschen mit sehr torpiden Gesichtsmuskeln, bei welchen der Ansatz der Stromgeber nach dem Laufe der Fasern schlechterdings keine Wirkung erzielt. Sie tritt aber sofort ein, wenn man den einen Stromgeber auf die Mitte des Muskels, den anderen an dem äusseren Rande ansetzt, wo der Ast des N. facialis eintritt, ein Versuch, der sich am leichtesten am Depressor anguli oris und am M. frontalis oder

M. attollens auriculae anstellen lässt. Bei manchen Muskeln, z. B. dem M. orbicularis ist der Ansatz beider Stromgeber an den Muskel sogar bedenklich wegen der Wirkungen auf den Augapfel. Hier erhält man die isolirte, schmerzlose und unschädliche Zusammenziehung des Muskels, wenn man den einen Pol auf einen der Nerven setzt, die am äusseren Rand in den Muskel treten und den anderen irgendwo in der Nähe, da es bei der grossen Erregbarkeit dieser Muskelnerven durchaus genügt, wenn irgend eine Stromesschleife dieselben streift.

Kehrt man zu dem M. pectoralis major zurück und setzt den einen Stromgeber an den oberen Rand, da wo die NN. pectorales anteriores unter dem Schlüsselbeine hervorkommen, so wird man kräftige Zusammenziehung des ganzen Muskels erhalten, wenn man die Kette auf dem Muskel oder auch in dessen Nähe schliesst. Ganz analoge Ergebnisse wird man am M. serratus anticus, an den Bauchmuskeln, an den Muskeln des Vorderarms, und den unteren Extremitäten mit Leichtigkeit gewinnen.

Freilich werden sich hierbei Verschiedenheiten zeigen und es werden namentlich die bei der Respiration betheiligten Muskeln leichter zu erregen sein, als die anderen. Jedenfalls wird sich herausstellen, worauf es bei der sogenannten unmittelbaren Electrisirung der Muskeln ankommt. Es handelt sich darum, nicht die Muskelfasern, sondern die Nervenäste innerhalb des Muskels in den Strom zu bringen. Nunmehr versteht man auch den Sinn und die Bedeutung der Duchenne'schen Punkte. Es sind Randpunkte des Muskels und zwar Eintrittsstellen motorischer Nerven. Von diesen Punkten aus kann man allein mit Sicherheit den Muskel beherrschen, indem man den anderen Stromgeber auf den einen oder anderen inneren Nervenast und dessen Ausbreitung setzt. Will man alle inneren Aeste, oder viele von ihnen, mit dem Strome umfassen, so

muss man den anderen Stromgeber in der Nähe jenes Randpunktes anbringen, woraus sich Duchenne's Rath erklärt, die Stromgeber nahe bei einander anzusetzen.

Was oben vom M. orbicularis angeführt worden, lässt sich auf alle Muskeln anwenden, deren motorische Nerven das genügende Maass von Erregbarkeit besitzen. Man braucht nur den einen Stromgeber auf den Randpunkt des Muskels zu setzen und kann die Kette ausserhalb des Muskels schliessen, falls man sich mit einer Abschwächung des Erfolges begnügen will. Es ist dies eine Spielerei, mit welcher man den nicht „Eingeweihten" in grosses Erstaunen setzen kann. Sie mag vielleicht nützlich werden, sobald man die Absicht hat, zwei Muskeln gleichzeitig von ihren Randpunkten aus mit demselben Strome in Bewegung zu setzen. Der „Eingeweihte" kann auf dem Gesichte die Gestalt und den Umfang der Muskeln und den Verlauf der Aeste des N. facialis sogar innerhalb der Muskeln vorzeichnen, auch überdies noch den Verlauf der sensiblen Aeste bestimmen, wenn er die schmerzhaften Bahnen verfolgt.

Da der Grad und der Umfang der Erregung der Muskeln, wie die vergleichenden Beobachtungen mir zeigen, abhängig sind von der Summe der motorischen Nervenfasern, welche in den Strom gebracht werden, so ist wohl die Deutung gestattet, dass die schwächeren oberflächlichen Wirkungen, welche man bei dickeren Muskeln durch Electrisirung nach dem Laufe der Fasern erhält, nur Folgen sind der zu einer tetanisirenden Wirkung nicht ausreichenden Erregung, welche die mikroskopische Ausbreitung der Nervenfasern in der äusseren Muskelschicht erfährt. Zu unserer Ueberraschung finden wir demnach, dass diese Versuche neben ihrer praktischen Bedeutung auch noch einen neuen nicht unwesentlichen Beitrag zur Lösung jener schon durch ihr Al-

ter ehrwürdigen Frage über die sogen. Irritabilität liefern, welche zu berühren gar nicht unsere Absicht war. Jedenfalls werden wir, so lange wir die sichtbaren Wirkungen im Auge behalten, berechtigt sein, den Unterschied zwischen mittelbarer und unmittelbarer Electrisirung eines Muskels dahin strenger zu bezeichnen, dass die erstere eine extramusculare, die letzte eine intramusculare Erregung der Nervenfasern bedingt, denen die Muskelfasern gehorchen.

Ob und wann die eine oder die andere Art der Erregung der Muskelnerven bei Lähmungen den Vorzug verdiene, darüber würde Duchenne bei seinen reichen Erfahrungen ein nahezu sicheres Urtheil abgeben können, wenn ihm immer eine klare Einsicht in die Natur der hervorgerufenen Erscheinungen zur Seite gestanden hätte. Inzwischen lässt sich hervorheben, dass nach Froriep's Wahrnehmung (welche ich selbst einmal bei einem Knaben bestätigen konnte), inducirte Ströme zuweilen auf der Haut Erythem erzeugen. Andererseits dehnen sich beim Frosch sämmtliche Arterien und Venen eines Schenkels aus, wenn derselbe einem starken tetanisirenden Strome auch nur zehn Minuten lang ausgesetzt wird. So könnte man berechtigt sein, von der unmittelbaren Stromgebung eine temporäre Erweiterung der Blutgefässe des Muskels und demgemäss eine verstärkte Zufuhr von Blut zu erwarten. Ob dieser Erfolg wirklich erzielt wird, bleibt noch zu entscheiden. Jedenfalls ist klar, dass die so eben beschriebene Methode der Electrisirung von den Randpunkten aus zugleich auch die ebenfalls am Rande, häufig zugleich mit den Nerven eintretenden contractilen Blutgefässstämmchen dem Strome unterwirft. — Ohnedies wird die intramusculare Erregung der Nervenfasern überall geboten sein, so oft man die unerwünschten motorischen oder sensiblen Nebenwirkungen ver-

meiden will, welche die Erregung der Nervenstämme in der Regel mit sich bringt. Beim N. facialis kann man allerdings ohne erheblichen Schmerz vom Plexus anserinus aus sämmtliche Gesichtsmuskeln zusammen oder gruppenweise tetanisiren. Dagegen sehe ich beim Zwerchfell keine Nothwendigkeit, nach Duchenne's Vorschrift die etwas bedenkliche Tetanisirung der beiden NN. phrenici vorzunehmen. Das Zwerchfell scheint, mehr noch als die übrigen bei der Respiration betheiligten Muskeln, für unmittelbare Erregungen empfänglich zu sein. Mindestens habe ich bei zwei jungen Männern, bei welchen ich den einen Stromgeber in der Herzgrube neben dem Processus xiphoideus des Brustbeins und den anderen zwischen allen Krümmungsbogen der siebenten und achten Rippe rechterseits ansetzte, sofort eine heftige schmerzlose Zusammenziehung alles halben Zwerchfells hervorgerufen, wie die Wölbung des Bauches anzeigte. Nach wenigen Sekunden liess dieser Zustand alles Zwerchfells nach, obgleich die Stromgeber ihren Platz behaupteten, und es entstand nun ein Hin- und Herschwappen aller Bauchdecken, was mit der Aeusserung der jungen Männer: sie hätten ein unangenehmes „Gefühl von Schluchzen" übereinstimmte und deutlich zeigte, dass das Zwerchfell inmitten des Stromes seine rhythmischen Zusammenziehungen wieder aufnahm und mit den Wirkungen des Stromes in einen Kampf gerieth*). Die sonderbaren Erhebungen der unteren Rippen, welche Duchenne bei der Electrisirung der NN. phrenici gesehen haben will, konnte ich dabei nicht wahrnehmen, obgleich bei dem Gange des Stromes eine Nebenwirkung auf die unteren NN. intercostales so leicht möglich war.

Wir sind also zu dem Satze gekommen, dass man, um Muskeln plan- und zweckmässig zu electrisiren, die Rand-

*) Ein ähnliches Kampfspiel kann man bei Fröschen hervorrufen, wenn man den Flankentheil der Bauchmuskeln, soweit er die Lungen bedeckt, in den Strom bringt.

punkte, d. h. die Eintrittsstellen der Nerven, kennen müsse. Man kann diese Punkte durch Präparation an der Leiche ermitteln *) oder mit den Stromgebern am gesunden Menschen herausfinden. Da die Nerven fast immer an den Seitenrändern eintreten, so wird man in zweifelhaften Fällen oder in solchen, wo eine unmittelbare Berührung des Nerven überhaupt nicht möglich ist, richtiger handeln, wenn man die Stromgeber an den Seitenrändern der Muskeln hinführt, als wenn man sich nach Duchenne's Rath bemüht, sie nach dem Laufe der Muskelfasern anzusetzen. So wird jeder Ungeübte und Unerfahrene sogleich finden, dass er am M. biceps oder M. deltoidens oder M. pectoralis major viel leichter eine Zusammenziehung erhält, wenn er die Stromgeber an den Seitenrändern ansetzt, als nach der Richtung der Fasern. Ich brauche aber wohl kaum hervorzuheben, dass in den Fällen, in welchen es sich um Wiederbelebung gelähmter Muskeln handelt, diejenigen Ansatzpunkte gewählt werden müssen, von welchen die Prüfung im gesunden Zustande gezeigt hat, dass sie die kräftigste Wirkung zur Folge haben. Im anderen Falle wird nicht bloss Strom- und Zeitverschwendung gesetzt, sondern auch eine unnöthige, bei apoplectischen Lähmungen sogar bedenkliche Erregung sensibler Nerven bewirkt.

Die angeführten Beispiele haben schon gezeigt, wie gerade die methodische und wirksamste Anwendung der Ströme auf die Muskeln auch zugleich eine Belästigung der Hautnerven am meisten ausschliesst. Da Duchenne, wie ich nunmehr an der Aehnlichkeit der Erfolge mit Sicherheit erkenne, die von mir beschriebene Methode (entweder mit oder ohne Ver-

*) Die anatomischen Tafeln genügen nicht zu diesem Zwecke. Unser trefflicher Anatom Froriep würde sich ein neues Verdienst erwerben, wenn er seinem schönen Atlas einige Tafeln dieser Art beigeben wollte.

ständniss derselben) ausschliesslich anwendet, so begreife ich auch seine stolze, in seinem Werke enthaltene Bemerkung, man könne täglich sehen, wie er durch die Haut hindurch die Ströme in die Muskeln führe, ohne Schmerz zu erregen.

Dennoch legt Duchenne, wie schon erwähnt, einen grossen Werth darauf, dass man die *„excitabilité de la sensibilité des muscles“* kenne, die bei manchen Menschen so übertrieben gross sein soll, dass sie die Anwendung der Ströme schwierig oder gar gefährlich macht (*pag.* 55, 56). Wenn von sensiblen Eigenschaften der Muskelfasern die Rede ist, so hätte Duchenne vor Allem die Arbeiten Romberg's kennen sollen, welcher in seinem Werke über Nervenkrankheiten sogar hyperästhetische und anästhetische Zustände der sensiblen Muskelnerven unterschieden hat. Die normalen Verkürzungen der Muskeln bei Bewegung der Glieder gehen freilich ohne Empfindung von Statten. Bekannt ist aber aus Weber's Untersuchungen der Antheil der Muskeln am Tastsinn und das Gefühl der Spannung beim Lastentragen (s. Ludwig Physiologie, Bd. I. S. 360), so wie die Schmerzen beim Wadenkrampf, in der Entzündung der Muskeln u. s. w. Ob in allen diesen Fällen die Empfindung von den Muskelfasern selbst oder von den umgebenden bindegewebigen Theilen ausgeht, ist eine schwer zu lösende Frage. Die sehnigen Fortsätze der platten Muskeln wie des Zwerchfells, des M. latissimus dorsi, der Augenmuskeln zeigen zahlreiche aus mittelfeinen Fasern bestehende Nerven, welche wohl kaum andere als sensible sein können. Jedenfalls weiss man schon durch Charles Bell, dass die Muskeln nicht Wärme und Kälte unterscheiden und jedem Operateur ist bekannt, wie wenig sie beim Schneiden Schmerz empfinden. Dennoch wäre es möglich, dass electrische Erregung ihrer Nerven Schmerzen hervorruft. Allein Duchenne selbst hat nach directer Electrisirung entblösster Muskeln bei einem Verwundeten beob-

achtet, dass die Zusammenziehung keinen Schmerz, sondern nur ein dumpfes Gefühl erzeugt. Am auffallendsten ist, dass er die Gesichtsmuskeln am meisten solcher Empfindlichkeit anklagt und hinzufügt (*pag.* 56): „man müsse es vermeiden, die Erreger auf die Punkte zu setzen, welche dem N. infraorbitalis und N. mentalis entsprechen!“ Die Erregung der Stirnnerven (*nerfs frontaux*) soll Schmerzen machen, die in den Kopf hineinstrahlen; ebenso werden der Reihe nach die Gesichtsmuskeln aufgeführt, welche sämmtlich sehr empfindlich sein sollen (*les plus excitables*). Die Muskeln des Halses sollen weniger empfindlich sein, der M. pectoralis major weit mehr, die Muskeln des Oberarmes wieder weniger, die des Vorderarmes mehr u. s. w. Duchenne sagt, er könnte mit Zahlen die Grade der Empfindlichkeit für alle Muskeln und ihre Nerven angeben: dazu wäre aber eine besondere Arbeit nöthig. Er sei so vertraut mit diesen Zuständen, dass er mit Hülfe seiner „neuen Apparate“ jedem Muskel die nöthige Dosis Electricität geben könne, um schmerzlose Zusammenziehung zu erzeugen. Um diese Sicherheit zu erlangen, dazu gehöre ein langes Studium. Später erzählt er eine Geschichte von einer hysterischen Frau, bei welcher er den M. cucullaris zur Verkürzung gebracht, ohne dass sie es empfunden.

Ich kann zwar nicht einstehen für alle Krankheitszustände, die möglicherweise vorkommen können. Dennoch wage ich die Vermuthung auszusprechen, dass hier ein grosses anatomisches und physiologisches Missverständniss vorliegt. Von mehreren grossen Muskeln habe ich bereits gesagt, wie man sie zu schmerzloser Verkürzung bringt. Ich habe bei einigen jungen Aerzten und Studirenden den M. cucullaris und den Depressor anguli oris zu tetanischer Verkürzung gebracht und sie versicherten, dass sie nicht das Geringste davon empfinden. Bei den „Stirnnerven“

zeigt sich das Missverständniss am klarsten. Bei einem Manne mit apoplectischer Lähmung des N. facialis, den ich heute untersucht habe, läuft ein Aestchen des N. supraorbitalis kaum eine Linie weit von dem Randpunkte des M. frontalis d. h. von der Eintrittsstelle des motorischen Nerven. Man kann sich die Punkte mit Tinte bezeichnen: Berührung des einen macht Schmerz, die des anderen Zusammenziehung des ganzen Muskels. Mit den übrigen Muskeln des Gesichts verhält es sich nicht anders. Also auch von den kleinsten Muskeln gilt das erfreuliche Ergebniss, dass die zur Erzielung der Wirkung auf die Muskeln zweckmässigste Anwendung des Stromes auch zugleich die schmerzloseste ist.

Nicht immer hat man Zeit und Geduld, mit mikroskopischer Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit die Hautnerven zu vermeiden. Daher wäre es wohl wünschenswerth, ein Mittel zu kennen, welches auch bei Berührung eines Hautnerven den Schmerz tilgen hilft. Duchenne sagt, man solle die feuchten Enden der Stromgeber mit einander in Berührung bringen, in diesem Zustande auf die Haut setzen und dann auseinanderschieben: dann würde die „*recomposition électrique*“ in dem Muskel von Statten gehen und der Schmerz vermindert. Ich will diese sonderbare Voraussetzung auf sich beruhen lassen und nur sagen, dass ich das Mittel an mir selbst und an Anderen versucht habe und dass der Hautschmerz peinlicher ist, als bei gesondertem Aufsetzen der Stromgeber. Nicht besser verhält es sich mit dem zweiten Rath, die Stromgeber erst aufzusetzen und dann den Strom eindringen zu lassen. Kurz alle Duchenne'schen Rathschläge sind so angethan, dass wer sie liest und gar befolgt, nothwendigerweise abgeschreckt werden muss, einen Muskel zu electrisiren. Nun gar erst die grässlichen Geschichten von den Menschen, die durch die electrischen Ströme um

das Leben gekommen sind. Es ist ein wahres Glück für unsere Gelähmten, dass das Buch noch nicht übersetzt und verbreitet ist: so können doch unsere Aerzte noch ruhig das Mögliche versuchen. Freilich solche Versuche über Reflexbewegungen, wie Duchenne am Menschen angestellt hat und auf *pag.* 52 und 53 seines Werkes zum Besten giebt, sind schrecklich; sie gehören aber auch gar nicht vor das Forum der Wissenschaft, sondern vor ein anderes . . . .

Ich meinerseits glaube bemerkt zu haben, dass in den Fällen, wo feinere Hautnerven kaum zu vermeiden sind, z. B. bei Electrisirung der Vorderarmmuskeln oder der MM. interossei auf der Rückenfläche der Hand, ein kräftiges Andrücken der Stromgeber den Hautschmerz mildert oder beseitigt. Viele versichern, dass sie dann gar nichts empfinden, während die Muskeln spielen. Andere wiederum sagen, das unangenehme Hautstechen sei geschwunden und ein dumpfer erträglicher Schmerz sei in die Tiefe gerückt. Diese Wirkung des Druckes ist weit räthselhafter, als man auf den ersten Blick glauben sollte, wie ich später zu zeigen gedenke, wenn ich mich über die methodische Anwendung der Ströme bei sensiblen Störungen verbreite. Es kann freilich auch vorkommen, dass zu starkes Andrücken den Schmerz vermehrt, sobald nämlich Schlaffheit der Haut die Fixirung des Nerven erschwert. Jedenfalls ist nöthig, dem Körpertheile, an welchem man operirt, eine feste und bequeme Lage zu verschaffen, namentlich eine solche, bei welcher die Randpunkte der Muskeln am besten hervortreten. Auch gleite man nicht erst zaghaft mit den Stromgebern auf der Haut hin und her, sondern drücke sie sofort mit fester sicherer Hand auf die Stellen, welche man sich als die besten ausersehen.

Es versteht sich, dass man den angegebenen Zwecken auch die Stromgeber anpassen müsse. Vor Allem werfe man die Schwammklemmen bei Seite, wie sie hier üblich sind:

mit diesen sind die beschriebenen Wirkungen nicht zu erreichen. Ich bediene mich fester Stromgeber mit metallischen Endflächen von verschiedener Gestalt und Grösse, die mit feuchtem Leder umwickelt sind, nach Art der Duchenne'schen; nur sind auch meine dünnen Stäbe grade und nicht gekrümmt wie die Duchenne'schen, damit sie eine präcisere Führung und kräftiges Andrücken gestatten. Herr Halske wird auf Verlangen einem Jeden dergleichen verabfolgen. Jeder Inductionsapparat von Siemens und Halske ist durchaus brauchbar und das Poggendorff'sche Element, zu welcher sie die gedruckte Vorschrift beigeben, hat sich als sehr zweckmässig bewiesen, sofern man nicht mit den Apparaten Wanderungen unternehmen muss. Dass man für die Muskeln sich mit Vortheil des Extracurrent-Stromes (der inneren Rolle) bedient, ist bekannt. Erweist sich der Strom zu schwach, dann verstärke oder verdopple man das Element oder lasse sich eine zweite Rolle aus dickem Draht auf die innere Rolle aufsetzen. Zur Moderirung kann man den Eisenkern verschieben, oder sich eine kleine Wassersäule als Moderator einschalten lassen. Die letztere findet sich an den Duchenne'schen Apparaten, ich habe sie auch an meinem Apparate anbringen lassen und ihre Benutzung ist leicht und sicher. Ein Unterbrechungsrad ist bequem, aber nicht durchaus nöthig. Ich will jetzt nicht weiter auf die Technik eingehen, weil ich mit Verbesserung derselben beschäftigt bin. Namentlich ist Hoffnung vorhanden, eine neue, für unsern telegraphischen Verkehr einflussreiche Erfindung der oben genannten Electriker auch für die vorliegenden therapeutischen Zwecke nutzbar zu machen.

Ich darf nicht sagen, dass die in dieser Schrift enthaltenen Bemerkungen das Ergebniss eines „vieljährigen Studiums“ sind, wie es Duchenne verlangt. Im Gegentheil sind die Beobachtungen in sehr kurzer Zeit während dieses

Sommers gesammelt. Dennoch werden sie, wie ich glaube, genügen, um jeden Arzt auf den Weg selbständiger Anwendung zu führen. Damit will ich nicht sagen, dass ich meinerseits jede weitere Verpflichtung von der Hand weise. Vielmehr werde ich jede Gelegenheit wahrnehmen, diesen Beobachtungen ihre praktische Anwendung zu sichern.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.

Anhang.

Nach dem Abdruck dieser Schrift trat ich eine Ferienreise an, auf welcher ich Paris berührte. Einige Exemplare nahm ich mit und liess die Ausgabe der übrigen zurückhalten, da ich voraussah, dass mein Aufenthalt in Paris mir zu einigen nachträglichen Bemerkungen Gelegenheit geben würde. Diese Voraussicht hat sich bestätigt. Als ich am 25. August in der biologischen Gesellschaft, welche unter Rayer's Präsidentschaft eine so reiche Thätigkeit entfaltet, ein Exemplar dieser Schrift überreicht und einige Bemerkungen über den Inhalt hinzugefügt hatte, erschien Duchenne in der Gesellschaft. Er sagte mir, dass er gekommen sei, sich über die Einwürfe zu unterrichten, welche ich, wie er schon in Erfahrung gebracht, gegen seine Arbeit zu machen im Begriff stehe. Ich gab ihm ein Exemplar dieser Schrift und einige kurze mündliche Erläuterungen. Er bat mich, ihn folgenden Tages zu besuchen, um sich an Kranken, die er mir vorführen wollte, mit mir zu verständigen. Man kann denken, dass ich mit Bereitwilligkeit diese Gelegenheit ergriff, noch einmal das Verfahren dieses berühmten Electrisateurs in der Nähe zu beobachten. Während einer mehr als zweistündigen Unterhaltung und Experimentation überzeugte ich mich, dass ich Duchenne in mancher Hinsicht Unrecht gethan. Ich hatte es nämlich für möglich gehalten (S. 11), dass er die jetzt von mir beschriebene Methode der Electrisirung kenne,

aber aus gewissen Gründen darüber ein Geheimniss bewahren wolle. Ich muss hiermit auf das Entschiedenste diese Vermuthung zurücknehmen. Duchenne war in der That, wie ich nunmehr weiss, bisher durchaus in der vollständigsten Unklarheit über die Bedingungen der erzielten Wirkungen und seine Kenntnisse reichen nicht hinaus über dasjenige, was sich in seinem Werke beschrieben findet. Der M. sternocleidomastoideus und der M. cucullaris sind die einzigen Muskeln, bei welchen er bemerkt hat, dass die Eintrittsstellen der Nerven die passendsten sind, um eine vollständige Zusammenziehung des Muskels hervorzurufen. Auf sein Verfahren im Allgemeinen ist aber diese Wahrnehmung ohne allen Einfluss geblieben. Er setzt die beiden Stromgeber auf die Oberfläche der Muskeln ohne Regel oder Methode und erhält nur deshalb sichtbare Zusammenziehungen, weil er Ströme von enormer Stärke in Anwendung zieht. Seine Inductionsrollen sind fast doppelt so gross als die unsrigen und seine Batterie besteht aus acht grossen Daniel'schen Elementen!

Duchenne wollte mir an dem Vorderarme eines Mannes demonstriren, was er zuerst beobachtet zu haben behauptet (!), dass der Strom zweiter Ordnung stärkere Zusammenziehungen bewirkt und mehr schmerzt, als der Strom erster Ordnung... Das Experiment konnte natürlich keinen andern Erfolg haben, als das Spiel eines recht hübschen Stromwenders zu zeigen, welcher an Duchenne's Apparat sich befindet und nach Belieben die beiden Ströme wirken zu lassen gestattet.*) Im Uebrigen waren die Schmerzen, welcher sogar der Strom erster Ordnung hervorbrachte, sobald er die Flexoren der Finger in Thätigkeit setzte, für mich unerträglich. Der Kranke (welcher früher an Paralysis saturnina gelitten)

*) Ein solcher Stromwender kann an jedem Inductionsapparat angebracht werden.

schien diese Empfindungen zu theilen, wie seine Gesichtszüge verriethen. Ja er konnte nicht umhin, einmal mit zorniger Miene Duchenne zuzurufen: *Mais vous me faites mal, Monsieur!* Viel mochte zu diesen Schmerzen auch der Eigensinn Duchenne's beitragen, welcher die Stromgeber im geschlossenen Zustande auf die Haut bringt und sie dann von einander entfernt, in der Meinung, den Schmerz zu verringern (vergl. oben S. 21). — Nunmehr bat ich Duchenne, den M. biceps desselben Mannes zur Verkürzung zu bringen. Er setzte die Stromgeber (zwei in Metallkapseln eingelegte feuchte Schwämme) auf die Oberfläche des Muskels und erhielt eine deutliche Verdickung und Verkürzung, jedoch ohne Beugung des Vorderarms; zugleich verzerrten sich die Züge des Mannes vor Schmerz und Unwillen... Jetzt bat ich Duchenne, den Strom erster Ordnung mittelst der Wassersäule so weit abzuschwächen, als er nur könne und ich electrisirte denselben Muskel nach meiner Methode. Bei dem ersten Ansatz der (durchaus zu diesem Zweeke ungeeigneten) Stromgeber erhielt ich noch eine accessorische Wirkung auf den N. medianus; aber nach einer kleinen Verschiebung des einen Stromgebers auf dem sehr schlaffen und mageren Arme trat vollständige Beugung des Vorderarms ein und die tetanische Verkürzung des M. biceps zeigte den Ursprung dieser Erscheinung, wenngleich sie die Möglichkeit einer gleichzeitigen Wirkung des M. brachialis internus nicht ausschloss. Der Kranke betrachtete mich mit dankbarer und erstaunter Miene und erklärte auf mein Befragen mit einem schüchternen Seitenblick auf Duchenne, dass er nicht den geringsten Schmerz empfunden habe. Ebenso brachte ich den M. pectoralis und M. cucullaris nach meiner Methode ohne Schmerzen zur Verkürzung. Auf mehr Muskeln meine Demonstrationen auszudehnen, schien mir nicht angemessen. Duchenne schien schon sehr befriedigt von dem Ge-

sehenen und versprach, diese Versuche selbst fortzusetzen, konnte jedoch nicht umhin, zu bemerken, dass er sein Leben auf das Studium der Eintrittspunkte der Nerven in die Muskeln verwendet habe! („*J'ai passé ma vie à étudier les points d'immergence des nerfs.*“) Es ist nur sehr zu bedauern, dass sich so wenig Spuren dieser Studien in dem dicken Buche Duchenne's finden, welches sich mit ermüdender Weitläufigkeit über so viele Einzelheiten ergeht. Ich glaube, dass nach der Probe, welche ich hier gegeben, ich kein besonderes Vertrauen des Lesers beanspruche, wenn ich im Voraus versichere, dass die übrigen Kapitel des Duchenne'schen Werkes mit eben so vielen Unklarheiten behaftet sind, wie dasjenige, auf welches diese meine Schrift hauptsächlich Bezug nimmt.

Nachdem sich herausgestellt hat, dass bei dem von Duchenne bisher befolgten Verfahren der Electrisirung der Muskeln eine Vermeidung der sensiblen Hautnerven weder methodisch erzielt noch ausführbar war, konnte unsere Discussion über die „*sensibilité*“ der Muskeln nur kurz sein. Duchenne äusserte zwar sein grösstes Erstaunen darüber, dass ich diese von ihm mit so grosser Ausführlichkeit beschriebenen Eigenschaften der Muskeln in Zweifel zu ziehen wage, allein er vermochte auch nicht eine einzige klare Beobachtung anzuführen, durch welche diese Empfindlichkeit der Muskeln bewiesen werden könnte. Zuletzt blieb mir kein Zweifel, dass ich oben (S. 20) Recht hatte, zu vermuthen, dass hier ein grosses anatomisches und physiologisches Missverständniss vorliege, als ich an den Wänden des Zimmers die photographischen Bilder von Menschen betrachtete, an welchen Duchenne die Gesichtsmuskeln electrisirt hatte, und als Duchenne mit Erstaunen meine Versicherung aufnahm, alle Gesichtsmuskeln ohne Schmerzen electrisiren zu können.

Duchenne hat einen sehr geschickten Mechaniker zur

Verfügung, welcher alle seine therapeutischen Wünsche in der elegantesten Weise befriedigt und auch für Charrière's Magazin arbeitet. Der Apparat, mit welchem wir experimentirten, wurde von Duchenne als ein *„Appareil de démonstration"* bezeichnet, d. h., er unterschied sich durch Umfang und Eleganz von denjenigen, welche bei Charrière käuflich zu haben sind. Es ist derselbe, welchen Duchenne auf S. 142 seines Werkes abgebildet und beschrieben hat. Hervorzuheben ist die Grösse der beiden Rollen, von denen eine jede mit einer Kupferhülle umgeben ist, welche Duchenne bekanntlich als Graduirungsmittel benutzt. Den Stromwender habe ich schon oben erwähnt. Einen sehr angenehmen Eindruck macht die an einem Gelenke zwischen dem Eisenkern und der Stellschraube aufgehängte Eisenplatte, welche die Intermissionen des Stroms bewirkt, um deshalb, weil sie bei grosser Häufigkeit der letzteren nicht die unangenehmen Töne von sich giebt, welche an unseren Apparaten das Ohr belästigen. Duchenne bemerkte aber beiläufig, dass die Vorrichtung leicht ihre Dienste versagt. Ohnedies würde ich sie in ihrer gegenwärtigen Gestalt nicht nachahmen, weil sie den Vortheil raubt, die Verschiebung des Eisenkern als Abschwächungsmittel des Stromes zu benutzen. Zu diesem Zwecke bedient sich Duchenne hauptsächlich des eingeschalteten Wasserrohres, welches ziemlich gross, beinahe acht Zoll lang ist. —

Mein Zusammentreffen mit Duchenne hat jedenfalls den Nutzen gehabt, festzustellen dass es zur Erzielung der von mir beschriebenen Wirkungen nicht auf die Apparate ankommt, dass namentlich Duchenne's Apparate nicht blos genügend sind, sondern weit stärkere Wirkungen zulassen, als für therapeutische Zwecke wohl jemals nöthig werden. Wesentlich bleibt die Methode der Anwendung der Ströme und über diesen Punkt will ich noch einige Bemerkungen hinzu-

fügen, welche dem Gebiete der experimentellen Physiologie entnommen sind.

Im Eingange unserer Schrift (S. 8) begegneten wir schon der Frage nach der sogen. Irritabilität der Muskeln, d. h., nach ihrer Fähigkeit, ohne Vermittelung ihrer Nerven zu Verkürzung angeregt zu werden. Ohne in eine Prüfung der physiologischen, sehr verwickelten Einzelheiten einzutreten, versuchten wir sogleich eine Lösung der in Betracht kommenden praktischen Fragen am lebenden Menschen, und gelangten zu dem Ergebnisse, dass am lebenden Menschen der Grad und der Umfang der Verkürzung eines Muskels in gradem Verhältnisse steht zu der Menge der in den Strom eingeführten intramuscularen Nervenfasern. Nichtsdestoweniger halten wir es für unsere Pflicht, einen sehr merkwürdigen Versuch zu erwähnen, welchen mein Freund Claude Bernard schon vor drei Jahren und auch dieses Mal wiederum mir gezeigt hat und welcher auf den ersten Blick geeignet scheint, der Irritabilität der Muskeln das Wort zu reden. Wird nämlich ein Frosch durch ein unter seine Haut gebrachtes Stück Curare-Gift getödtet, so zeigen sich die Nervenstämme der Extremitäten durchaus unempfindlich gegen electrische Reizungen. Dagegen zucken die Muskeln auf das heftigste bei der leisesten Berührung mit den schwächsten Electroden. Ueberdies erhält sich diese Erregbarkeit der Muskeln an dem todten Thiere weit länger, als an irgend einem andern, welches gleichzeitig auf beliebige Weise getödtet worden. Bernard selbst ist weit entfernt davon, diesen Versuch als einen Beweis der Irritabilität der Muskeln zu betrachten. Im Gegentheil weist er auf die bekannten Erfahrungen über das vom Centrum zur Peripherie fortschreitende Absterben der Nerven, namentlich bei ätherisirten Thieren, hin. Auf keinen Fall lässt sich aus diesem Versuche folgern, dass die unmittelbare Erregung der Muskeln andere

und namentlich stärkere Wirkungen hervorrufe, als die ihrer Nerven. Denn in diesem Falle wäre nicht einzusehen, weshalb beim lebenden Menschen die Aufsetzung der Stromgeber nach der Richtung der Muskelfasern, wie ich gezeigt habe, schwächere Zusammenziehungen bewirkt, als die nach dem Laufe der Muskelnerven. Andererseits lenkt der Bernard'sche Versuch unsere Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit, dass auch beim Menschen Lähmungen vorkommen, bei welchen die Erregbarkeit der Nervenstämme geringer wäre, als die der mikroskopischen Ausbreitung der Nervenfasern in den Muskeln. In solchen Fällen würde vielleicht gerade die Electrisirung der Muskelsubstanz deutlichere Wirkungen erzielen, als die von den Randpunkten aus. Die fernere Untersuchung wird zeigen, ob solche Krankheitszustände in der That vorkommen. Immerhin lässt sich voraussehen, dass die Erregung der Muskeln selbst dieselben nicht der Herrschaft der Centralorgane unterwerfen wird, so lange nicht durch Belebung der Nervenstämme die Leitung von dem Centrum zur Peripherie wieder hergestellt sein wird. Auch bedarf es wohl kaum einer Erwähnung, dass die von mir beschriebene methodische Electrisirung der Muskeln von den Randpunkten aus zugleich auch der Indication genügt, die peripherische Ausbreitung der Nervenfasern in den Muskeln, ja sogar die Muskelfasern selbst, den Wirkungen des electrischen Stromes auszusetzen.

Berlin, den 5. September 1855.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin